

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 11-085249

(43)Date of publication of application : 30.03.1999

(51)Int.Cl.

G05B 19/42
B25J 9/22

(21)Application number : 09-245253

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 10.09.1997

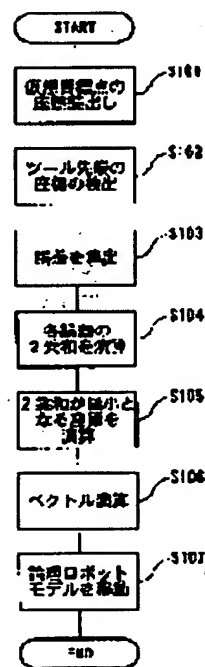
(72)Inventor : KANEKO MASAKATSU
AOKI SHINJI

(54) OFFLINE TEACHING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce manhours of correction operation on side by simplifying a position adjustment work at the time of downloading offline teaching data to a real robot even if there is a dislocation in installation of the real robot.

SOLUTION: Coordinate data of three virtual target points Q1, Q2 and Q3 are read out (S101). Next, coordinates of the first, the second and the third tool points t1, t2 and t3 are detected (S102). Next, a differential between the virtual target points Q1, Q2 and Q3 and the tool points t1, t2 and t3 is calculated (S103). Next, a sum of squares E of the differential is obtained (S104). Next, coordinates of the first to the third tool points t1, t2 and t3 in which the sum of squares E becomes the minimum is calculated (S105). Next, vector data of a moving amount to move a logic robot model and its direction are operated (S106). Next, a base frame of the logic robot is moved on a monitor on the basis of the vector data (S107).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 8 5 2 4 9

(43) 公開日 平成11年(1999)3月30日

(51) Int. Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 5 B 19/42

G 0 5 B 19/42

J

B 2 5 J 9/22

B 2 5 J 9/22

A

審査請求 未請求 請求項の数 3

OL

(全 1 0 頁)

(21) 出願番号 特願平9-245253

(22) 出願日 平成9年(1997)9月10日

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 金子 正勝

埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエンジニアリング株式会社内

(72) 発明者 青木 伸二

埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエンジニアリング株式会社内

(74) 代理人 弁理士 千葉 剛宏 (外1名)

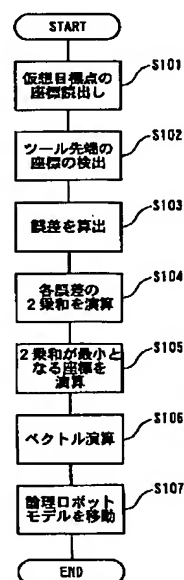
(54) 【発明の名称】 オフラインティーチング方法

(57) 【要約】

【課題】 実物ロボットの据え付けにずれがあったとしても、実物ロボットにオフラインティーチングデータをダウンロードした際の位置調整作業を簡便にして、現場での修正工数の削減を図る。

【解決手段】 3つの仮想目標点Q1、Q2及びQ3の座標データを読み出し(S101)、モニタ上に表示される第1、第2及び第3のツール先端 t_1 、 t_2 及び t_3 の座標を検出し(S102)、仮想目標点Q1、Q2及びQ3とツール先端 t_1 、 t_2 及び t_3 との誤差を算出し(S103)、誤差の2乗和値Eを求める(S104)。次に、2乗和値Eが最小となる第1～第3のツール先端 t_1 ～ t_3 の座標を演算し(S105)、論理ロボットモデルを移動させるべき移動量とその方向を示すベクトルデータを演算し(S106)、前記ベクトルデータに基づいて論理ロボットモデルのベースフレームをモニタ上で移動させる(S107)。

FIG. 6



【特許請求の範囲】

【請求項1】 校正された実物ロボットのツール先端で3点以上の基準点を教示する第1のステップと、
第1のステップで教示した姿勢をオフラインティーチング装置上の論理ロボットモデルにより再現して、各基準点に対応したツール先端の座標を求める第2のステップと、
前記各基準点の座標と、これら基準点に対応する論理ロボットモデルのツール先端の座標との誤差が最小となるような前記論理ロボットモデルの据え付けずれ量を推定する第3のステップと、
推定した据え付けずれ量を論理ロボットモデルに反映させる第4のステップとを含むことを特徴とするオフラインティーチング方法。

【請求項2】 請求項1記載のオフラインティーチング方法において、
前記実物ロボットが自動車を製造するための産業用ロボットであって、
前記基準点は、前記自動車の車体の位置決めピンの先端を含み、該位置決めピンの先端からの相対位置が明らかな点であることを特徴とするオフラインティーチング方法。

【請求項3】 請求項1又は2記載のオフラインティーチング方法において、
前記第3のステップは、前記各基準点と、これら基準点に対応する論理ロボットモデルのツール先端との各ずれ量を算出するずれ量算出ステップと、
前記論理ロボットモデルを移動処理して、前記算出された各ずれ量の2乗の和が最小となるような据え付け位置を求める据え付け位置算出ステップとを含むことを特徴とするオフラインティーチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、現場に設置された実物ロボットの据え付けずれ量を推定補正し、その結果をオフラインティーチング装置上の論理ロボットモデルに反映させるためのオフラインティーチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近時、ロボットを各種作業に適用させるために、ロボットアームのフェースプレートに種々のツールを取り付けてロボットに作業を行わせることが一般的となっている。

【0003】 そして、従来では、ロボットに対する教示技術やその教示データに対して種々の補正を行う技術が多数提案されている。例えば、ロボットに対する教示技術に関するものとしては、教示のための情報を入力する際に、使用するロボット作業に必要な情報を使用者の要求に対してできるだけ正確に、かつ、使用者の負担をできるだけ軽減するようにした方法が提案されている（特

開平5-27828号公報参照）。

【0004】 また、教示データの補正技術に関するものとしては、作業現場から離れた場所でも簡単にプレイバック時と同一の動作条件下で教示点の修正及び教示軌跡の補正が実行でき、教示の修正作業に対する作業者の負担を軽減するようにした方法（特開平8-286726号公報参照）や、全ての打点位置に対して高精度に位置ずれを自動的に補正できるようにした方法（特開平7-325611号公報参照）や、ニューラルネットワークを用いてロボットの位置補正を行う方法（特開平6-114769号公報参照）や、修正した教示データに動作範囲異常が発生したとき、ロボット動作の変換データを修正する際に、オペレータが感覚的に分かりやすい修正作業を行うことができるようにした方法（特開平5-289730号公報参照）や、直交座標上の計測をなくしてアーム軸回転角のみでアーム型多関節ロボットの絶対位置精度を確保するために、未知変数配列及び定数配列の諸元を修正パウエル法の繰り返し論理演算を適用し、更なる精度の向上と演算速度の上昇を図るようにした方法（特開平6-274213号公報参照）や、多関節形ロボットの手首にツールを取り付けたロボットの設定データである定数の設定誤差及びツールオフセットの設定誤差を自動的に補正する方法（特許第2520324号参照）等が提案されている。

【0005】 また、ツール先端点設定に関するものとしては、設計データが入手できない場合であっても、簡単な設定用治具を利用することによって簡単な手順で希望する姿勢でツール先端点を設定できるようにした方法（特開平7-191738号公報参照）が提案され、CADデータを利用したものとしては、オペレータが初期設定データ、作業経路データ、作業動作データを逐一入力することが不要になり、オペレータの入力量を大幅に減少させるようにした方法（特開平8-286722号公報参照）が提案され、軌跡表示に関するものとしては、ワークを作業位置から待避させた場合において、動作中の実際のツールの位置とワークとの相対的な位置関係を容易、かつ正確に認識できるようにした方法（特開平8-174454号公報参照）が提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述した従来例のオフラインティーチングに関する技術において、は、実物ロボットが設置されている現場で、空間内の固定点に対して、なるべく異なる姿勢でロボットの作業点を高精度に位置合わせするようにしている。

【0007】 しかし、現場において、実物ロボットが規定の位置からずれて据え付けられてしまった場合、実物ロボットを教示して得たティーチングデータは、オフラインティーチング装置上のティーチングデータと異なったものとなる。

【0008】 そのため、オフラインティーチング装置上

で論理ロボットモデルを教示して得たオフラインティーチングデータを実物ロボットにダウンロードして位置合わせをする場合、前記据え付けずれを考慮して行わなければならない、非常に面倒である。

【0009】この問題を回避するためには、実物ロボットを規定の位置に設置することが必要であるが、従来、規定の位置を測定するために、基準位置を設定し、該基準位置から糸、下げ振り、曲尺、スケール、トランシット等を使って実物ロボットの据え付け位置を実測していた。実物ロボットを自動車を製造するための産業用ロボットに適用した場合は、前記基準位置として自動車の車体位置決めピンが挙げられる。

【0010】前記従来の実測による方法においては、測定精度に限界があり、精細に実物ロボットの設置位置を測定するには多くの工数がかかるという問題がある。

【0011】本発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、実物ロボットの据え付けにずれがあったとしても、実物ロボットにオフラインティーチングデータをダウンロードした際の位置調整作業を簡便にすることができ、現場での修正工数の削減を図ることができる。オフラインティーチング方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明に係るオフラインティーチング方法は、校正された実物ロボットのツール先端で3点以上の基準点を教示する第1のステップと、第1のステップで教示した姿勢をオフラインティーチング装置上の論理ロボットモデルにより再現して、各基準点に対応したツール先端の座標を求める第2のステップと、前記各基準点の座標と、これら基準点に対応する論理ロボットモデルのツール先端の座標との誤差が最小となるような前記論理ロボットモデルの据え付けずれ量を推定する第3のステップと、推定した据え付けずれ量を論理ロボットモデルに反映させる第4のステップとを含むことを特徴とする。

【0013】即ち、まず、第1のステップにおいて、校正が終了した実物ロボットで3点以上の基準点を教示し、第2のステップでその教示をオフラインティーチング装置上の論理ロボットモデルにより再現するようにしている。

【0014】実物ロボットの据え付け位置がずれている場合、オフラインティーチング装置上における前記各基準点の座標と、前記各基準点に対応したツール先端の座標に誤差が生じることになる。

【0015】従って、第3のステップにおいて、前記誤差が最小となるような前記論理ロボットモデルの据え付けずれ量を推定し、該推定した据え付けずれ量を次の第4のステップにおいて論理ロボットモデルに反映させることで、実物ロボットの据え付けずれが論理ロボットモデルに反映されることになる。

【0016】即ち、実物ロボットを規定の位置に移動させるのではなく、実物ロボットの据え付け位置に合わせ、論理ロボットモデルを移動させて、相対的に実物ロボットと論理ロボットモデル間の据え付けずれ量を0にする。

【0017】これにより、実物ロボットの据え付けにずれがあったとしても、実物ロボットにオフラインティーチングデータをダウンロードした際の位置調整作業を簡便にすることができ、現場での修正工数の削減を図ることができる。

【0018】そして、前記実物ロボットが自動車を製造するための産業用ロボットである場合、前記基準点として、前記自動車の車体の位置決めピンの先端を含み、該位置決めピンの先端からの相対位置を明らかな点とするようにしてもよい。

【0019】この場合、各基準点の一つの基準点である位置決めピンを中心する相対位置にて規定されることから、各基準点をオフラインティーチング装置上に容易に設定することができ、実物ロボットを教示することによって得られた姿勢を論理ロボットモデルに再現する際に、各基準点の座標と、これら基準点に対応する論理ロボットモデルのツール先端の座標を容易に求めることができる。

【0020】また、前記方法において、前記第3のステップを、前記各基準点と、これら基準点に対応する論理ロボットモデルのツール先端との各ずれ量を算出するずれ量算出ステップと、前記論理ロボットモデルを移動処理して、前記算出された各ずれ量の2乗の和が最小となるような据え付け位置を求める据え付け位置算出ステップとを含むようにしてもよい。

【0021】この場合、簡単な演算で論理ロボットモデルの据え付け位置を求めることができるため、工数削減をより効率よく図ることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るオフラインティーチング方法を例えば溶接ガンのロボットのオフラインティーチングシステムに適用した実施の形態例（以下、単に実施の形態に係るオフラインティーチングシステムと記す）を図1～図6を参照しながら説明する。

【0023】本実施の形態に係るオフラインティーチングシステム10は、図1に示すように、キーボード等のキー入力装置やマウス等のポインティングデバイスなどが接続され、実物ロボット16に模した論理ロボットモデルをモニタ12の画面上に表示させてオフラインのティーチングを行うオフラインティーチング装置14と、実物ロボット16を制御するためのロボットコントローラ18とを有して構成されている。

【0024】前記オフラインティーチング装置14には、フレキシブルディスクドライブ（以下、単にFDDと記す）20が接続されており、オフラインティーチン

グ装置14にて作成されたティーチングデータがFDD20を介してフレキシブルディスク22に記録され、又はフレキシブルディスク22に記録されているティーチングデータ等がFDD20を介してオフラインティーチング装置14に読み込まれるようになっている。

【0025】同じくロボットコントローラ18にもFDD24が接続されており、該ロボットコントローラ18にて修正付加されたティーチングデータがFDD24を介してフレキシブルディスク22に記録され、又はフレキシブルディスク22に記録されているティーチングデータ等がFDD24を介してロボットコントローラ18に読み込まれるようになっている。

【0026】また、オフラインティーチング装置14は、図2に示すように、キーボード等の入力装置30、マウスやジョイスティック等の座標入力装置32（ポインティングデバイス）、ハードディスクドライブ（HDD）34及び前記FDD20がそれぞれインターフェース（単にI/Fと記す）回路36、38、40及び42を介して接続され、更に、このオフラインティーチング装置14には、他のオフラインティーチング装置におけるティーチングデータ等の受渡しに使用されるLANがI/F回路44を介して接続され、LANを通じて取り込まれたティーチングデータや当該オフラインティーチング装置14にて作成したティーチングデータを表示するための前記モニタ12とを有する。

【0027】このオフラインティーチング装置14は、各種プログラム（ティーチング処理プログラムや後述する据え付け補正プログラム等）の動作として用いられる動作RAM46と、外部機器（LAN、座標入力装置32、HDD34等）からのデータや各種プログラムによってデータ加工されたデータ等が格納されるデータRAM48と、外部機器に対してデータの入出力を行う入出力ポート50と、これら各種回路を制御するCPU（制御装置及び論理演算装置）52とを有して構成されている。

【0028】前記各種回路は、CPU52から導出されたデータバス54を介して各種回路間のデータの受渡しが行われ、更にCPU52から導出されたアドレスバスや制御バス（共に図示せず）を介してそれぞれCPU52にて制御されるように構成されている。

【0029】そして、本実施の形態に係るオフラインティーチングシステム10は、図3に示す手順でロボットモデルの補正のためのティーチングを行う。

【0030】即ち、最初のステップS1において実物ロボット16の形態を判定する。例えば、ツール60の先端の形態やロボットの関節数などが判定される。

【0031】次に、ステップS2において、オフラインティーチング装置14で多点多姿勢のティーチングを行う。例えば論理ロボットモデルを、任意の固定点に3姿勢以上のティーチングを行う。

【0032】次に、ステップS3において、補正量の推定計算及び探索を行う。この処理方法には、実物ロボットの形態毎にずれ量をモデル化（定式化）し、解析的に求める方法や、遺伝的アルゴリズムによる補正量の探索処理、又はこれらを組み合わせた方法などがある。

【0033】次に、ステップS4において、前記ステップS3にて得られた補正対象の論理ロボットモデルで最も良好な補正計算結果が得られる多点多姿勢のティーチングデータを抽出する。遺伝的アルゴリズムを用いた場合は、前記探索された染色体のうち、最良の染色体を補正量とし、該補正量をティーチングデータやロボットコントローラの各種パラメータに反映させる。

【0034】次に、ステップS5において、多点多姿勢のティーチングデータを実物ロボット16のロボットコントローラ18にダウンロードする。このダウンロードは、例えば、オフラインティーチング装置14に接続されているFDD20を介して前記多点多姿勢のティーチングデータをフレキシブルディスク22に記録し、次に、該フレキシブルディスク22に記録されている前記多点多姿勢のティーチングデータをロボットコントローラ18に接続されているFDD24を介して該ロボットコントローラ18に読み込ませることにより行われる。

【0035】前記の例では、フレキシブルディスク22を用いた場合を示したが、その他、MOやCD-R等の光ディスクをダウンロードの媒体として用いることもでき、また、オフラインティーチング装置14とロボットコントローラ18とがLANで接続されているのであれば、LANを通じてダウンロードさせるようにしてもよい。

【0036】次に、ステップS6において、ロボットコントローラ18による制御によって実物ロボット16を作動させ、ツール先端TCPを例えば3つの目標点P1、P2及びP3に向かって移動させる（図4A参照）。ティーチングデータから割り出される前記目標点P1、P2及びP3の位置を作業点として定義した場合、このステップS6では、作業点と実際の目標点P1、P2及びP3との位置合わせを行う。このとき、位置合わせによる移動量をティーチングデータに反映させて、ティーチングデータを修正付加する。

【0037】前記3つの目標点P1、P2及びP3の選定は、当該実物ロボット16を自動車を製造するための産業用ロボット（溶接用ロボット）として適用する場合、例えば1つの目標点P1については、自動車の車体における位置決めピン（フロント側の水抜きピン）の先端が選ばれ、他の2つの目標点P2及びP3については、前記点P1から相対的に位置がわかっている点が選ばれる。

【0038】ロボットコントローラ18にダウンロードされた多点多姿勢のティーチングデータは、論理ロボットモデルを用いて実物ロボット16に限りなく近づけた

高精度のティーチングデータであるため、前記ステップS 6での位置合わせではほとんど姿勢を変えないで行うことができる。

【0039】次に、ステップS 7において、ロボットコントローラ18に登録された位置合わせ修正後のティーチングデータをオフラインティーチング装置14にアップロードする。このアップロードは、例えば、上述したダウンロードの場合と同様に、ロボットコントローラ18に接続されているFDD24を介して前記修正後のティーチングデータをフレキシブルディスク22に記録し、次に、該フレキシブルディスク22に記録されている前記修正後のティーチングデータをオフラインティーチング装置14に接続されているFDD20を介して該オフラインティーチング装置14に読み込ませることにより行われる。

【0040】前記の例では、フレキシブルディスク22を用いた場合を示したが、その他、MOやCD-R等の光ディスクをアップロードの媒体として用いることもでき、また、オフラインティーチング装置14とロボットコントローラ18とがLANで接続されているのであれば、LANを通じてアップロードさせるようにしてもよい。

【0041】次に、ステップS 8において、前記オフラインティーチング装置14にアップロードされたオフラインティーチングデータを再生して、実物ロボット16で教示した姿勢をオフラインティーチング装置14上の論理ロボットモデルにより再現させる。このとき、図4B及び図4Cに示すように、モニタ12上には前記論理ロボットモデルのほかに、3つの目標点P1、P2及びP3に応じた3つの仮想目標点Q（第1～第3の仮想目標点Q1、Q2及びQ3）が表示される。図4B及び図4Cの例では、3つの仮想目標点Qと、これら仮想目標点Qに対応する論理ロボットモデルのツール62の先端（以下、便宜的に第1、第2及び第3のツール先端 t_1 、 t_2 及び t_3 と記す）を示す。

【0042】論理ロボットモデルによる前記姿勢の再現によって、理想的には各仮想目標点Q1、Q2及びQ3にそれぞれ第1、第2及び第3のツール先端 t_1 、 t_2 及び t_3 が一致するが、実物ロボット16が規定の位置からずれて据え付けられている場合は、各仮想目標点Q1、Q2及びQ3の位置と、これら仮想目標点Q1、Q2及びQ3に対応するツール先端 t_1 、 t_2 及び t_3 の位置とがずれることになる。

【0043】従って、本実施の形態に係るオフラインティーチングシステム10では、次のステップS 9において、据え付け位置の補正処理を行う。この処理は、ソフトウェアによる据え付け補正手段（据え付け補正プログラム）を通じて行われる。

【0044】この据え付け補正手段（据え付け補正プログラム）の構成は、図5の機能ブロックに示すように、

ハードディスク等から3つの仮想目標点Q1、Q2及びQ3の座標を読み出す座標読出し手段70と、第1、第2及び第3のツール先端 t_1 、 t_2 及び t_3 の座標を検出する座標検出手段72と、各座標データに基づいて、3つの仮想目標点Q1、Q2及びQ3と、第1、第2及び第3のツール先端 t_1 、 t_2 及び t_3 との誤差を算出する誤差算出手段74と、各誤差の2乗を加算して誤差の2乗和を求める2乗和演算手段76と、求められた2乗和が最小となる各ツール先端 t_{cp} の座標を演算する座標演算手段78と、ツール先端 t_{cp} における最初の座標と前記座標演算手段78で得られた座標から論理ロボットモデルの移動量と方向を示すベクトルデータを求めるベクトル演算手段80と、求められたベクトルデータに基づいて論理ロボットモデルを移動させるロボット移動手段82とを有して構成されている。

【0045】次に、据え付け補正手段（据え付け補正プログラム）の処理動作について図6のフローチャートを参照しながら説明する。

【0046】まず、ステップS 101において、座標読出し手段70を通じて、例えばハードディスク等に登録されている3つの仮想目標点Q1、Q2及びQ3の座標データを読み出してデータRAM48の例えば目標点座標ファイルに格納する。

【0047】次に、ステップS 102において、実物ロボット16で教示した姿勢をオフラインティーチング装置14上の論理ロボットモデルにより再現させた際に、モニタ12上に表示される各仮想目標点Q1、Q2及びQ3に対する第1、第2及び第3のツール先端 t_1 、 t_2 及び t_3 の座標を検出してデータRAM48のツール先端座標ファイルに格納する。

【0048】次に、ステップS 103において、誤差算出手段74を通じて、前記3つの仮想目標点Q1、Q2及びQ3と、これら仮想目標点Q1、Q2及びQ3に対応する第1、第2及び第3のツール先端 t_1 、 t_2 及び t_3 との誤差を算出する。具体的には、データRAM48の目標点座標ファイルから3つの仮想目標点Q1、Q2及びQ3に関する座標データを読み出し、データRAM48のツール先端座標ファイルから前記仮想目標点Q1、Q2及びQ3に対応する第1、第2及び第3のツール先端 t_1 、 t_2 及び t_3 に関する座標データを読み出す。そして、これら座標データから、第1の仮想目標点Q1と第1のツール先端 t_1 間の誤差 e_1 、第2の仮想目標点Q2と第2のツール先端 t_2 間の誤差 e_2 及び第3の仮想目標点Q3と第3のツール先端 t_3 間の誤差 e_3 をそれぞれ演算する。

【0049】次に、ステップS 104において、2乗和演算手段76を通じて、以下のような演算を行って2乗和値Eを求める。

【0050】 $E = (e_1)^2 + (e_2)^2 + (e_3)^2$
次に、ステップS 105において、座標演算手段78を

通じて、前記 2 乗和値 E が最小となる第 1 ～第 3 のツール先端座標 $t_1 \sim t_3$ の座標を演算し、求めた座標データをツール先端座標ファイルに格納する。即ち、前記 2 乗和値が最小となる第 1 ～第 3 のツール先端 $t_1 \sim t_3$ の座標を求めることは、第 1 ～第 3 の仮想目標点 $Q 1 \sim Q 3$ で形づくられる平面 $M 1$ に対して、最初の第 1 ～第 3 のツール先端 $t_1 \sim t_3$ にて形づくられる平面 $M 2$ がほぼ一致するように平行移動、回転移動等並びにこれらの移動の組み合わせを行うことを示す。

【0051】次に、ステップ $S 106$ において、ベクトル演算手段 80 を通じて、論理ロボットモデルを移動させるべき移動量とその方向を示すベクトルデータを演算する。具体的には、ツール先端座標ファイルから 3 つのツール先端 t_1, t_2 及び t_3 における最初の座標データを読み出し、同じくツール先端座標ファイルから前記座標演算手段 78 で得られた 3 つのツール先端 t_1, t_2 及び t_3 における座標データを読み出す。そして、これら座標データから論理ロボットモデルの移動量と方向を示すベクトルデータを求める。

【0052】次に、ステップ $S 107$ において、ロボット移動手段 82 を通じて、前記ベクトルデータに基づいて論理ロボットモデル全体、即ち、ベースフレームをモニター 12 上で移動させる。

【0053】この論理ロボットモデルの移動処理によって、現場での実物ロボット 16 の設置位置と、モニター 12 上での論理ロボットモデルの設置位置とが相対的に一致することになる。

【0054】その結果、同一の実物ロボット 16 に対して別の動作（操作）を行わせる必要が生じた場合に、その動作（操作）を行うための教示プログラムを前記論理ロボットモデルを使って簡単に、かつ高精度に作成することが可能となる。

【0055】このように、本実施の形態に係るオフラインティーチングシステム 10 においては、現場に設置された実物ロボット 16 を規定の位置に移動させるのではなく、実物ロボット 16 の据え付け位置に合わせて論理ロボットモデルを移動させて、相対的に実物ロボット 16 と論理ロボットモデル間の据え付けずれ量をほぼ 0 にするようにしている。

【0056】そのため、実物ロボット 16 の据え付けにずれがあったとしても、実物ロボット 16 にオフラインティーチングデータをダウンロードした際の位置調整作業を簡便にすることができ、現場での修正工数の削減を図ることができる。

【0057】特に、本実施の形態においては、3 つの目標点 $P 1, P 2$ 及び $P 3$ のうち、第 1 の目標点 $P 1$ として、自動車の車体における位置決めピンの先端位置を選び、他の第 2 及び第 3 の目標点 $P 2$ 及び $P 3$ として、前記第 1 の目標点 $P 1$ から相対的に位置がわかっている点をそれぞれ選ぶようにしているため、各目標点 $P 1, P$

2 及び $P 3$ をオフラインティーチング装置 14 におけるモニター 22 上に仮想目標点 $Q 1, Q 2$ 及び $Q 3$ として容易に設定することができる。

【0058】その結果、実物ロボット 16 を教示することによって得られた姿勢を論理ロボットモデルに再現する際に、各仮想目標点 $Q 1, Q 2$ 及び $Q 3$ の座標と、これら仮想目標点 $Q 1, Q 2$ 及び $Q 3$ に対応する論理ロボットモデルのツール先端 t_1, t_2 及び t_3 の座標を容易に求めることができる。

【0059】また、本実施の形態においては、据え付けずれを求める場合に、誤差算出手段 74 を通じて、第 1 ～第 3 の仮想目標点 $Q 1 \sim Q 3$ の座標と、これら仮想目標点 $Q 1 \sim Q 3$ に対応する第 1 ～第 3 のツール先端 $t_1 \sim t_3$ の座標との誤差 e_1, e_2 及び e_3 を求め、次いで、2 乗和演算手段 76 及び座標演算手段 78 を通じて、各誤差 e_1, e_2 及び e_3 の 2 乗和値 E が最小となる第 1 ～第 3 のツール先端 t_1, t_2 及び t_3 の座標を求めるようにしているため、簡単な演算で論理ロボットモデルの据え付け位置を求めることができ、工数削減をより効率よく図ることができる。

【0060】前記実施の形態においては、第 1 ～第 3 の仮想目標点 $Q 1 \sim Q 3$ の座標と、これら仮想目標点 $Q 1 \sim Q 3$ に対応する第 1 ～第 3 のツール先端 $t_1 \sim t_3$ の座標との誤差 $e_1 \sim e_3$ の 2 乗和が最小となる第 1 ～第 3 のツール先端 $t_1 \sim t_3$ の座標を求めるようにしたが、この演算に限定されることなく、第 1 ～第 3 の仮想目標点 $Q 1, Q 2$ 及び $Q 3$ で形づくられる平面 $M 1$ に対して、最初の第 1 ～第 3 のツール先端 t_1, t_2 及び t_3 にて形づくられる平面 $M 2$ がほぼ一致するような演算であれば、どのような演算を用いてもよい。

【0061】なお、この発明に係るオフラインティーチング方法は、上述の実施の形態に限らず、この発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るオフラインティーチング方法によれば、較正された実物ロボットのツール先端で 3 点以上の基準点を教示する第 1 のステップと、第 1 のステップで教示した姿勢をオフラインティーチング装置上の論理ロボットモデルにより再現して、各基準点に対応したツール先端の座標を求める第 2 のステップと、前記各基準点の座標と、これら基準点に対応する論理ロボットモデルのツール先端の座標との誤差が最小となるような前記論理ロボットモデルの据え付けずれ量を推定する第 3 のステップと、推定した据え付けずれ量を論理ロボットモデルに反映させる第 4 のステップとを含むことを特徴としている。

【0063】このため、実物ロボットの据え付けにずれがあったとしても、実物ロボットにオフラインティーチングデータをダウンロードした際の位置調整作業を簡便

にすることができ、現場での修正工数の削減を図ること 図である。

【図面の簡単な説明】 【図 6】 据え付け補正処理手段の処理動作を示すフロー

【図 1】 本実施の形態に係るオフラインティーチングシステムを示す構成図である。

【図 2】 本実施の形態に係るオフラインティーチングシステムにおけるオフラインティーチング装置の構成を示すブロック図である。

【図 3】 本実施の形態に係るオフラインティーチングシステムの処理動作を示すフローチャートである。

【図 4】 本実施の形態に係るオフラインティーチングシステムの据え付け補正処理手段の動作概念を示す説明図

であり、図 4 A は実物ロボットによる教示を示し、図 4 B は論理ロボットモデルによる据え付け補正処理を示す。

【図 5】 本実施の形態に係るオフラインティーチングシステムの据え付け補正処理手段の構成を示す機能ブロッ

【符号の説明】

1 0 … オフラインティーチングシステム	1 2 … モニタ
1 4 … オフラインティーチング装置	1 6 … 実物ロボット
1 8 … ロボットコントローラ	6 0 … 実物ロボットのツール
6 2 … 論理ロボットモデルのツール出し手段	7 0 … 座標読出し手段
7 2 … 座標検出手段	7 4 … 誤差算出手段
7 6 … 2 乗和演算手段	7 8 … 座標演算手段
8 0 … ベクトル演算手段	8 2 … ロボット移動手段

【図 1】

FIG. 1

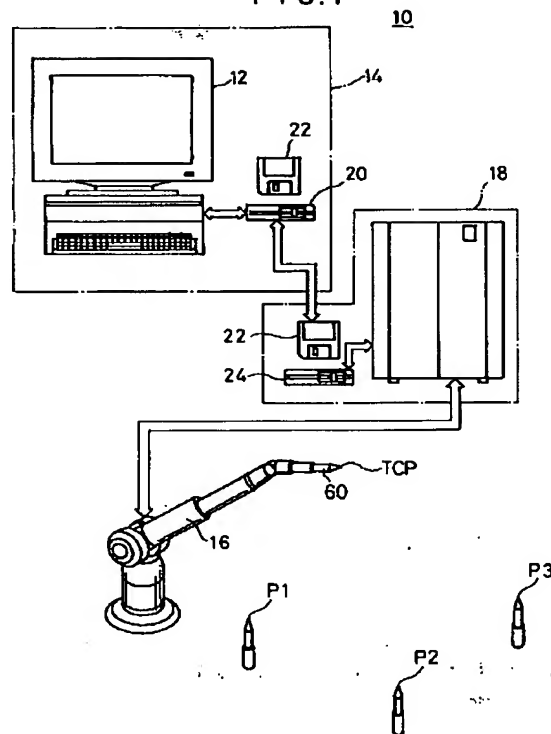


FIG. 2

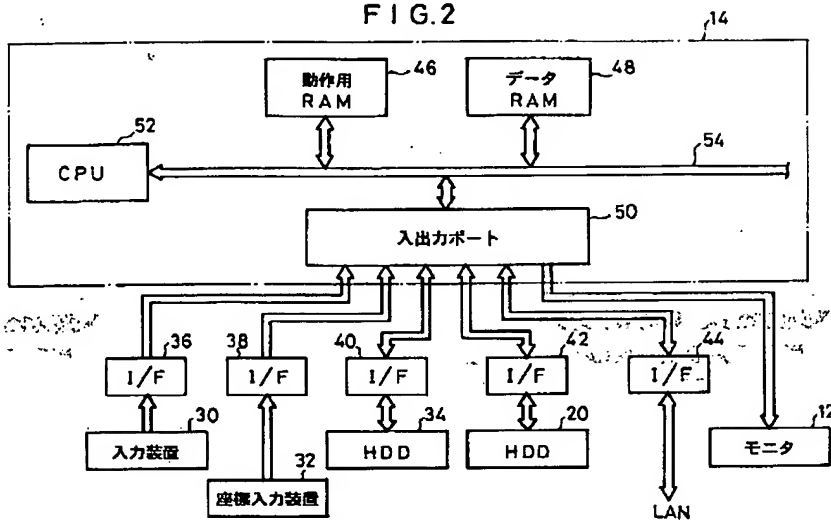
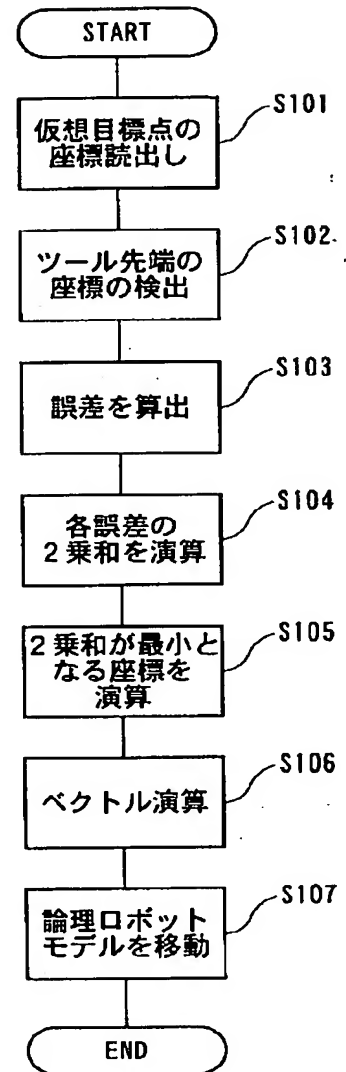
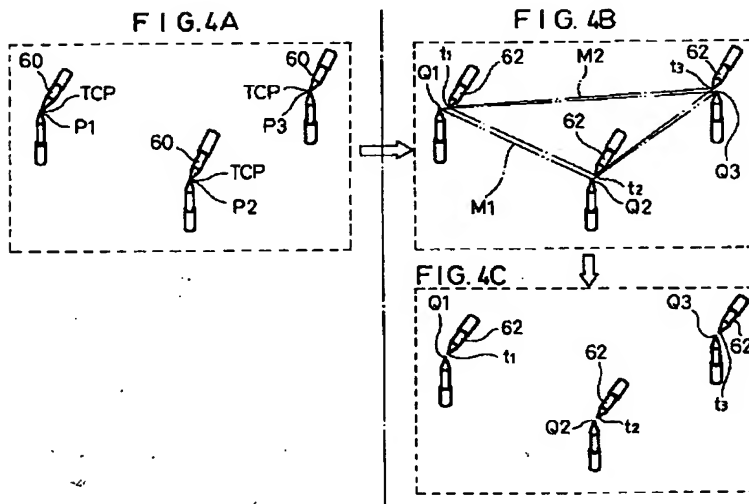


FIG. 6

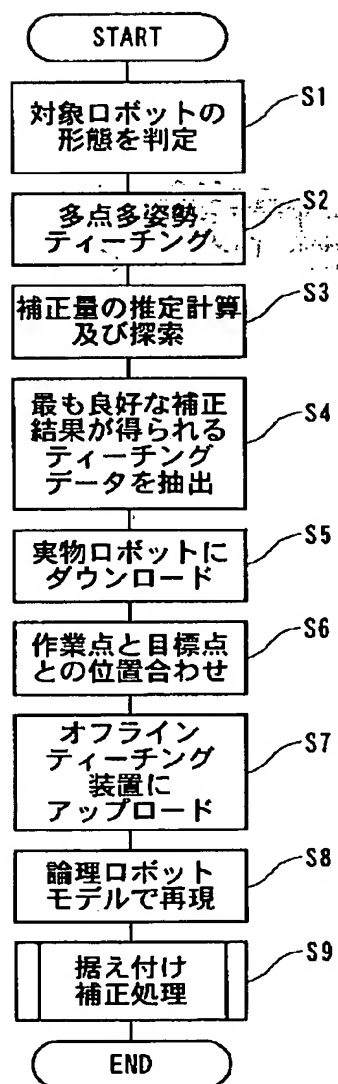


【図4】



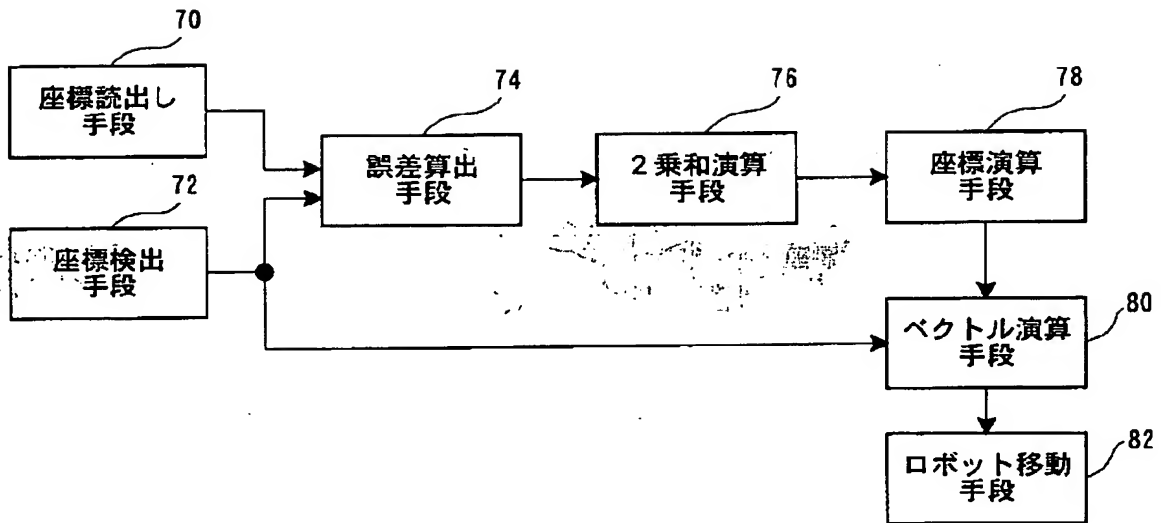
【図3】

FIG. 3



【図5】

FIG. 5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.